ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1950 N° 46

Contribution à l'Etude de l'Electrocardiogramme normal du Chien

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Décembre 1950

devant la

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

PH. BÉNAZET

Né le 10 Août 1927, à Toulouse

JURY

Président : M. BRUSTIER, Professeur à la Faculté de Médecine

Assesseurs : M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire

M. FLORENTIN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire

TOULOUSE
IMPRIMERIE ARTISTIQUE
18, PLACE DUPUY
1950

Contribution à l'Étude de l'Electrocardiogramme normal du Chien.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

École Nationale Vétérinaire de Toulouse

PERSONNEL ENSEIGNANT

	MM.
Directeur honoraire	MARTIN.
Professeur honoraire	LECLAINCHE.
Directeur	PONS.

PROFESSEURS

Chimie et Pharmacie	GODFRAIN.
Anatomie	FLORENTIN.
Physiologie	BRUNAUD.
Anatomie Pathologique. Inspection des Viandes	LOMBARD.
Parasitologie	BRIZARD.
Médecine	DARRASPEN.
Chirurgie	LASSERRE.
Pathologie du Bétail	BERTHELON.
Maladies Microbiennes	SAURAT.
Zootechnie	PONS.

AGRÉGÉS

Anatomie	BENOIT.
Médecine	FLORIO.
Chirurgie	PUGET.
Zootechnie	LADRAT.

CHEFS DE TRAVAUX

Pathologie du Bétail	TOURNUT.
Maladies Microbiennes	LAUTIÉ.
Physiologie	LABOUCHE.

COURS COMPLÉMENTAIRE

Pisciculture et maladies des poissons	SECONDAT.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891, et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1950 N° 46

Contribution à l'Etude de l'Electrocardiogramme normal du Chien

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Décembre 1950

devant la

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

PH. BÉNAZET

Né le 10 Août 1927, à Toulouse

JURY

Président : M. BRUSTIER, Professeur à la Faculté de Médecine

Assesseurs : M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire

M. FLORENTIN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire

TOULOUSE
IMPRIMERIE ARTISTIQUE
18, PLACE DUPUY
1950

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MES GRANDS-PARENTS

A MES PARENTS

En témoignage de mon amour et
de ma grande reconnaissance.

A MONSIEUR LE VÉTÉRINAIRE
LIEUTENANT-COLONEL SOULIÉ

Chevalier de la Légion d'honneur,
Directeur des Services Vétérinaires de la V^e^ Région Militaire.

Hommage de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE CHEF DE TRAVAUX AGRÉGÉ
FLORIO

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Pour ses judicieux conseils, qu'il trouve ici la preuve de notre profonde reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR ESTAMPES

Vétérinaire à Toulouse.

Qui avec sa haute compétence et sa grande bonté a su guider nos premiers pas dans l'exercice de la clientèle. Qu'il trouve ici l'expression de notre admiration et de notre reconnaissance.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR BRUSTIER

de la Faculté de Médecine de Toulouse.

Qui en acceptant la présidence de notre Jury de thèse nous a permis de faire bénéficier notre travail du prestige attaché à son nom.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR DARRASPEN

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Que nous remercions de tout cœur pour l'intérêt bienveillant qu'il n'a cessé de nous prodiguer pendant nos études. En témoignage de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR FLORENTIN

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Nous lui adressons nos remerciements les plus sincères pour sa généreuse bienveillance.

INTRODUCTION

Depuis un certain nombre d'années déjà, les renseignements fournis chez l'homme, par la méthode électrocardiographique se sont révélés du plus haut intérêt en même temps que de la plus haute précision.

En médecine vétérinaire, longtemps bornée à l'étude des phénomènes mécaniques de la révolution cardiaque, la sémiologie du cœur doit s'étendre à la recherche des phénomènes électriques. L'importance des troubles fonctionnels du cœur chez le chien justifie son utilisation. Qu'attendons-nous de cette méthode ? Ce sont des résultats plus précis et surtout plus précoces que ceux fournis par les autres examens; il doit, en effet, s'écouler un certain temps avant de voir s'installer chez un sujet une hypertrophie, une dilatation, un souffle ou un dédoublement; on peut espérer que des anomalies du tracé électrocardiographique précèderont cette tendance à l'insuffisance myocardique.

Ce modeste travail n'a pas pour prétention d'apporter une réponse à toutes ces questions, il n'a simplement qu'une valeur sémiologique. Pour cette raison, nous avons voulu déterminer des courbes types pour des dérivations données chez le chien normal. Rien de solide, de véritable, ne pouvait être entrepris, à notre avis, sans ce stade de base préliminaire auquel nous nous sommes limités.

Dans une première partie, nous faisons un rappel anatomo-physiologique du cœur du chien, étude qui sert d'introduction à la seconde partie où nous analysons nos expériences personnelles pour en tirer quelques conclusions pratiques.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE DESCRIPTIVE ET TOPOGRAPHIQUE CARDIAQUE

Nous ne pourrions entreprendre l'étude électrocardiographique du cœur du chien, sans auparavant en faire un examen tant du point de vue de l'anatomie descriptive que du point de vue anatomie topographique. Le cœur du chien au lieu d'être franchement cónique comme celui du cheval, allongé comme celui des bovidés, est caractérisé par sa forme globuleuse et arrondie, due à l'effacement de la pointe de sa masse ventriculaire. Tel est son aspect à l'extérieur de la cage thoracique. Mais dans cette méme cage thoracique, sur un organisme vivant, comment se présente-t-il mais surtout se projette-t-il ?

Pour de nombreuses raisons, il est difficile de fixer d'une façon rigoureuse la projection de l'aire cardiaque sur l'une des parois costales, la gauche par exemple.

a) A chaque mouvement inspiratoire les côtes postérieures effectuent vers l'avant un déplacement plus grand que les côtes antérieures;

b) Le cœur reste toujours tangent au diaphragme grace a son insertion péricardique; aussi le suit-il dans tous ses changements de position;

c) Les mouvements d'expansion et de contractions systoliques faussent encore les observations;

d) Enfin, toutes proportions gardées, le cœur des sujets de petite taille est plus gros que celui des animaux de grande taille.

Toutefois, en comparant les résultats donnés par la radiographie à ceux donnés par la méthode des aiguilles de Braum ou à ceux fournis par l'autopsie, on peut fixer avec une relative précision la topographie de cet organe. Sur un animal debout, le cœur ou son ombre, abstraction faite de celle des vaisseaux, offre l'aspect d'un ovale assez régulier (un des pôles est plus large que l'autre) incliné en avant et dont le grand axe forme avec le sternum un angle de 40° à 50°; il est tangent en bas à l'ombre sternale, en arrière à l'ombre diaphragmatique avec laquelle il se déplace à chaque mouvement respiratoire. La base du cœur est dirigée du côté oral et dorsal, son sommet ou sa pointe est tournée du côté ventral se fixant au diaphragme par son feuillet péricardique sur une surface de 1 à 3 cm^2 tout près de la jonction de ce dernier avec le sternum. Le profil antérieur du cœur droit, d'abord tourné vers le sternum, se dirige ensuite obliquement en avant et du côté dorsal pour se terminer par l'auricule droit au niveau du troisième espace intercostal. Le profil postérieur du cœur gauche qui débute à peu-près au niveau de la sixième côte se porte obliquement en arrière pour finir du côté ventral à la hauteur de la septième ou huitième côte. En général, le cœur du chien s'étend du troisième espace intercostal à la septième côte, mais sa pointe par suite de ses rapports anatomiques avec le diaphragme subit des variations dans sa position : lors d'expiration forcée, elle atteint le sixième espace intercostal alors que pour une inspiration forcée, c'est le huitième

cartilage costal qui est au contact. La position du cœur n'est pas symétrique par rapport au plan médian car il est reporté à gauche, ce déplacement est peu marqué à la hauteur du troisième ou quatrième espace intercostal, mais il devient important à la pointe puisque cette dernière se situe un peu en dehors du sternum.

Le cœur du chien possède deux sillons longitudinaux, celui de droite se place en projection au niveau de la sixième côte, celui de gauche à la hauteur de la cinquième côte. La portion située antérieurement par rapport aux sillons appartient au cœur droit, alors que celle placée en arrière constitue les parois du cœur gauche. Ainsi, le ventricule gauche se trouve à gauche et dans la partie postérieure, tandis que le ventricule droit est situé à droite et occupe la portion antérieure. Les oreillettes dont les pointes des auricules sont dirigées à gauche se trouvent au-dessus de la base des deux ventricules. La gauche est située postérieurement et à gauche, la droite antérieurement et à droite par rapport à l'aorte postérieure et à l'artère pulmonaire. La cloison interauriculaire est à droite de ces vaisseaux, tandis qu'à gauche les oreillettes et les auricules entourent presque complètement ces derniers. L'oreillette gauche s'étend de la cinquième côte ou du quatrième espace intercostal au sixième espace intercostal. L'oreillette droite part du troisième espace intercostal pour se terminer au niveau de la sixième côte; tout près de son extrémité, elle reçoit la veine cave inférieure. Ainsi une coupe transversale passant par la quatrième côte n'entame que les cavités droites du cœur, au ni-

veau de la cinquième elle passera par le cœur droit et gauche, plus postérieure elle n'ouvrira que le cœur gauche (Ellemberger-Baum).

Le cœur est en rapport avec le sternum par le médiastin qui après l'avoir enveloppé, l'attache à cet organe sur sa ligne médiane; en avant, il est séparé de la portion orale du sternum par une partie des poumons; du côté dorsal, il est en rapport avec la masse formée par les vaisseaux artériels, veineux et la bifurcation de la trachée. Les deux faces latérales par leur portion dorsale touchent aux poumons, alors que la portion ventrale est en rapport avec la paroi thoracique. La face gauche s'applique contre cette paroi sur une plus grande étendue que la droite : à gauche, le contact s'étend de la troisième ou quatrième côte, au sixième espace intercostal; à droite, il se limite à une faible surface aux environs de la cinquième côte.

Comment peut-on déterminer l'aire cardiaque d'une façon pratique puisque sa sémiologie topographique repose sur la connaissance de la situation relative du cœur par rapport à des repères anatomiques précis? Le bord postérieur de l'épaule par les muscles ancônés est le plus souvent tangent à la troisième côte, parfois au troisième espace intercostal. Les clichés radiologiques établissent que la base du cœur est située dans tous les cas au-dessous de la moitié de la hauteur de la cavité thoracique; mais apprécier directement du dehors les dimensions thoraciques n'est pas possible, aussi pour Monvoisin et Moussu la base du cœur se trouve à un travers de doigt environ au-dessous de

la moitié de la hauteur totale du thorax. Le sternum limite par en bas cette aire, tandis que le plan passant par la partie postérieure du sixième espace intercostal le fait en arrière.

Voici l'anatomie topographique qui, dans le plus grand nombre des cas, répond à l'emplacement du cœur. Ces données nous serviront lors de l'étude de la dérivation précordiale et pour l'interprétation des courbes dans les différentes dérivations.

PHYSIOLOGIE
DE LA CONTRACTION CARDIAQUE

Les fibres qui s'enchevêtrent pour former le cœur sont de deux types anatomiquement, histologiquement, physiologiquement différents. Il y a des fibres musculaires contractiles et des fibres différenciées.

— Le myocarde indifférencié, c'est-à-dire le muscle cardiaque assurant le travail mécanique de propulsion, d'aspiration du sang, est formé de fibres striées paraissant anastomosées, et propres soit au ventricule soit à l'oreillette.

— Le tissu spécifique, localisé en certains points sous forme d'un syncitium de fibres musculaires cardiaques ayant conservé dans le cœur de l'adulte l'apparence de fibres embryonnaires, joue un rôle de premier plan dans l'élaboration et la conduction des excitations.

I. ANATOMIE DU TISSU SPÉCIFIQUE

Chez les bovidés, la disposition particulière de ce tissu permet macroscopiquement sa dissection, chez les autres mammifères Lhamond a utilisé une méthode d'injection à l'encre de chine ou au bleu de prusse. Ainsi, ce tissu particulier apparaît formé de nœuds et de faisceaux.

a) Nœud sino-auriculaire de Keith-Flack. Il apparaît sous la forme d'une petite traînée au niveau

de l'abouchement de la veine cave postérieure avec l'oreillette droite. C'est un reste embryonnaire, homologue du sinus veineux des Poécilothermes (d'où son nom de nœud sinusal).

b) Le second amas de tissu spécifique est situé à la partie postérieure droite de la base de la cloison interauriculaire : c'est le nœud atrio-ventriculaire d'Aschoff-Tawara. Cet élément de même que le précédent est riche en éléments nerveux et est spécialement vascularisé. Ces deux nœuds sont-ils chez les mammifères réunis par du tissu spécifique ? Wenckebach a bien décrit un faisceau musculaire spécial, mais son existence n'a jamais été retrouvée par Aschoff.

c) De ce noyau, un faisceau, le faisceau de His, se dirige horizontalement en avant et à gauche enveloppé d'une gaine conjonctive, il longe le bord d'insertion de la valve interne de la valvule tricuspide; en avant de la partie antérieure de cette insertion, ce faisceau se bifurque. La branche gauche traverse la paroi et toujours entourée de tissu conjonctif pénètre dans le ventricule correspondant au niveau de la valvule sigmoïde de l'aorte, elle se dirige ensuite vers le bas, se divisant sous l'endocarde pour atteindre les muscles papillaires de cette cavité dans lesquels elle s'arborise. La branche droite, également sous-endocardique, prend une direction équivalente pour se terminer de façon identique. La terminaison des branches du faisceau de His se fait dans le réseau des fibres de Purkinje, qui sous l'endocarde tapisse toute la cavité des deux ventricules. Ces fibres sont en union étroite avec le myocarde ventriculaire. Le faisceau de His est vascularisé par une branche de l'artère coronaire droite, sa branche gauche de division reçoit le sang de la coronaire gauche.

II. ORIGINE, CONDUCTION DE L'EXCITATION ET DE LA CONTRACTION.

La théorie de la conduction, actuellement très combattue car elle n'explique pas tout, reste cependant suffisante pour servir de base à l'étude électrocardiographique chez le chien.

a) *Point initial de la contraction cardiaque.* — Chez les mammifères, la région où débute la contraction cardiaque est très étroitement circonscrite au nœud sino-auriculaire de Keith-Flack. La preuve en est donnée par diverses observations.

1° Chez les chiens agonisant le cœur est ralenti, l'observation directe, après avoir érigné un volet costal, permet de voir débuter une onde de contraction dans la paroi de l'oreillette droite pour se propager de la masse auriculaire au muscle ventriculaire.

2° Des lambeaux musculaires prélevés en n'importe quel point d'un cœur de chien montrent des contractions spontanées. La région qui, isolée, montre le rythme le plus fréquent, est la jonction entre la veine cave supérieure et l'oreillette droite. Il est naturel que les excitations les plus fréquentes entraînent à leur suite le fonctionnement de tout le reste de l'organe. D'ailleurs les auteurs anglais lui accordent le nom suggestif « d'entraîneur » (pacemaker).

3° C'est dans le sinus que persistent le plus longtemps après la mort les contractions spontanées.

4° Les extra-systoles prenant leur origine au sinus sont les seules qui possèdent les qualités des systoles normales; c'est une systole normale, anticipée simplement décalante. Au contraire, toute

extra-systole suivie d'une pause compensatrice naît dans une région qui n'élabore pas elle-même ses excitations normales.

5° R. Wybaum par l'utilisation d'un galvanomètre sur le cœur du chien fait une démonstration directe de l'origine sinusale de la contraction. Il plaça par paire des électrodes sur les différentes portions de l'oreillette droite; le galvanomètre indiquant le sens du courant, cet auteur observa que toujours celle placée au contact du nœud de Keith-Flack devenait la première électro-négative.

b) Propagation de l'excitation motrice dans l'étage auriculaire. — L'excitation née en un point se propage à tout l'étage auriculaire, Chauveau l'avait déjà affirmé depuis longtemps après avoir remarqué chez le cheval que l'oreillette droite commençait sa systole sensiblement avant l'oreillette gauche. L. Frédéricq l'a démontré chez le chien en indiquant que la contraction de l'auricule droit précède de 1 à 3/100e de seconde celle de l'auricule gauche. Aussi pour Lewis, l'excitation se propage radiairement dans toutes les directions à partir de son point d'origine comme si la conduction motrice diffusait à travers les parois auriculaires sans suivre des voies préformées. (L'existence du faisceau de Wenckebach reste problématique.) Lewis a mesuré la vitesse de conduction dans les parois auriculaires du chien, elle atteindrait un mètre par seconde; Eyster et Meek pensent que 0,023 seconde sont nécessaires au passage de l'excitation du nœud de Keith-Flack à celui de Tawara.

c) Conduction auriculo-ventriculaire. — L'onde d'excitation se retirant des oreillettes marque un temps d'arrêt dans le nœud atrio-ventriculaire, puis son passage aux ventricules va se faire uni-

quement par la voie du faisceau de His: sa section ou son blocage provoque l'allorythmie. Arrivé dans la partie antérieure du plancher auriculo-ventriculaire, ce système se bifurque, il est donc naturel de concevoir que chaque branche conduise l'excitation provenant du tronc principal. Le nœud de Tawara peut suppléer celui de Keith-Flack : en cas de déficience de ce dernier, les excitations y prenant naissance se propagent vers les oreillettes et les ventricules. Le faisceau de His possède aussi un certain pouvoir automatique, sa section empêche le stimulus d'origine sinusale de parvenir aux ventricules, il donne alors naissance à un rythme idio-ventriculaire particulièrement lent. Ainsi, de haut en bas de ce système, il existe des centres automatiques hiérarchisés dont le rythme décroît au fur et à mesure qu'ils se rapprochent de la pointe du cœur et dont l'autonomie ne se dévoile que lorsque le centre sinusal « chef de file » leur cède le pas.

d) *Conduction dans la masse ventriculaire.* — En pratiquant des sections en zig-zag dans la masse ventriculaire du cœur de grenouille, Engelmann fournit la démonstration de la conduction diffuse de l'excitation dans la masse ventriculaire; tant qu'un pont musculaire persiste entre deux territoires ventriculaires, ces derniers battent sur un rythme identique. Cependant l'observation portait à penser qu'à l'état normal le trajet parcouru ne variait guère d'une systole à l'autre, aussi d'après Lewis, l'excitation amenée des oreillettes par la voie hisienne est transmise au myocarde par l'intermédiaire du réseau de Purkinje. La vitesse de

conduction dans les parois ventriculaires du cœur du chien serait pour Bayliss et Starling de 2 à 4 mètres à la seconde.

Le sens de la conduction intracardiaque est immuablement fixé par l'ordre de succession des différents nœuds et faisceaux comme le démontre l'observation de la révolution cardiaque. De très nombreux travaux sont venus prouver que chez les mammifères une extrasystole dont on a provoqué l'apparition dans les ventricules peut remonter vers les oreillettes pour déclencher la contraction consécutive de celles-ci. Cette conduction rétrograde est généralement moins rapide.

Mais le rythme élaboré par le nœud sinusal peut être influencé par l'effort, l'émotion, le réflexe oculo-cardiaque, car des rameaux du sympathique et du pneumogastrique aboutissent au nœud de Keith-Flack comme au nœud de Tawara; par contre, le faisceau de His ne possède aucune connexion.

DEUXIÈME PARTIE

INTRODUCTION A L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

Principe — Appareils

Lorsque en 1786 Galvani découvrit la contraction musculaire sous l'effet du courant continu, de cette constatation à l'identification de l'influx nerveux et de l'électricité il n'y eut qu'un pas, franchi immédiatement par Galvani et son école. En 1856, Kolliner et J. Müller mirent en évidence les phénomènes électriques de l'activité cardiaque par l'artifice de la « patte galvanoscopique », dans les années suivantes Marchand, Burdon, Landerson, en utilisant le « Galvanomètre boussole » mettaient en évidence d'une façon très imparfaite et peu précise la variation de courant au cours de la révolution cardiaque. Toutes ces expériences faites sur l'organe mis à nu ne permettaient que de constater les deux déflexions correspondant aux deux systoles. Marey, en 1876, se servit de l'électromètre capillaire de Lipman qui donnait une inscription graphique au prix d'une inertie considérable, obligeant à rectifier par le calcul les résultats ainsi obtenus.

Waller montra que le courant d'action naissant de la contraction cardiaque s'irradiait dans toutes les parties du corps qui, par la nature chimique de ses humeurs et de ses tissus, pouvait être considéré comme un milieu conducteur et par là être capté à la surface du corps. Si de plus, on envisage les impulsions électriques provenant du cœur comme une source de différence de potentiel, la grandeur et la direction du courant produit pourront être mesurées.

Si on considère un muscle au repos, comment peut-on concevoir les cellules ou mieux les fibres musculaires qui le constituent ? On admet que leur membrane n'est perméable qu'aux charges positives (portées par de petits ions), les charges négatives (fixées sur dè gros ions) ne peuvent passer à travers et pour cela restent à l'intérieur; ainsi la fibre ne possède à sa surface externe que des charges positives, sur sa face interne c'est le contraire. Les deux sortes de charges sont en équilibre, instable il est vrai, mais réel tout de même; la fibre est dite polarisée et les deux électrodes placées chacune à une extrémité ne décéleront pas l'existence d'un courant. Si un stimulus vient exciter en un point quelconque cette même fibre, il en résulte une rupture dans l'équilibre envisagé tout à l'heure, il y a un changement local de la perméabilité de la membrane cellulaire puisque en cet endroit les charges négatives gagnent la surface en passant à travers la membrane, enlevant la charge positive de la surface externe. La zone excitée devient électro-négative par rapport aux parties non atteintes par le stimulus. (La première électrode placée sur le point où porte le stimulus et la seconde sur la partie non excitée permettent de déceler un courant dirigé de la région non excitée à celle qui l'est.) La résistance de la membrane est réduite dans le voisinage immédiat et les mêmes phénomènes vont se reproduire jusqu'à ce que l'équilibre entre les charges de signes différents soit détruit; c'est le processus de dépolarisation, la cellule est dépolarisée. Si ce phénomène est enregistré à l'aide d'un galvanomètre, une courbe est obtenue, appelée « onde de dépolarisation ». Lorsque l'excitation s'est propagée à toute la fibre, tous les points et en

particulier ceux placés sous les électrodes sont électro-négatifs, il n'y a plus de différence de potentiel entre eux, aucun courant ne s'écoulant, le galvanomètre revient au point zéro et la courbe de l'enregistrement à la ligne isoélectrique. Mais les phénomènes physico-chimiques ayant pour but de reconstituer l'intégrité primitive de la cellule et par suite de la fibre, prennent naissance. Le résultat est la reconstitution des charges positives et négatives suivant leur place et leur valeur respectives : C'est le processus de repolarisation qui débute à l'endroit où la dépolarisation avait commencé. A ce processus de repolarisation s'associe une différence de potentiel pour les mêmes raisons que tout à l'heure, « l'onde de repolarisaiton » se produira dans la direction opposée. Ce dernier phénomène est plus lent que la dépolarisation, l'onde de repolarisation a donc un tracé moins abrupt mais une durée plus grande car la force électromotrice impliquée dans chaque processus est la même. (La surface décrite par chaque onde doit être identique.)

L'électrocardiogramme qui est l'enregistrement des courants d'action que fournit le muscle cardiaque lors de sa contraction présente certaines analogies avec la courbe diphasique obtenue précédemment : la première onde, rapide, est due à la dépolarisation cardiaque, la seconde, plus lente, au retrait de l'excitation. En réalité, l'électrocardiogramme est plus compliqué parce que le cœur est formé d'un ensemble de fibres musculaires excitées à des moments différents; le courant enregistré est la résultante des courants d'action de toutes ces fibres. L'électrocardiogramme est obtenu par dérivations indirectes. (Les électrodes ne sont pas pla-

cées au contact du muscle cardiaque, une à la base, l'autre à la pointe, mais sur la surface du corps en des points plus ou moins éloignés du cœur.) Les courants d'action sont amoindris par la résistance des tissus interposés, leur intensité est tout de même encore suffisante pour qu'ils puissent être reçus et enregistrés : en médecine humaine, on admet que normalement au niveau du cœur, la différence de potentiel entre les deux extrémités de cet organe se traduit par une force électromotrice d'environ 50 millivolts; ce courant qui diffuse dans tous les organes arrive fortement diminué au niveau des téguments des membres en conservant une valeur moyenne de 1 millivolt.

L'électrocardiogramme est formé théoriquement par la succession de deux courbes diphasiques : la première étant due à l'activité électrique de la masse musculaire des oreillettes, la seconde à celle des ventricules; l'onde de repolarisation élaborée par l'activité des oreillettes est normalement cachée par l'onde rapide de la courbe diphasique, conséquence de l'activité ventriculaire. L'électrocardiogramme se compose de trois ondes principales :

1° Onde P traduisant la dépolarisation des oreillettes;

2° Complexe Q.R.S. dû à la dépolarisation des ventricules;

3° Onde T résultant du retrait du processus d'excitation dans les ventricules. Fig. 1.

L'électrocardiographie clinique ne devait cependant prendre sa forme définitive qu'après l'introduction de la technique du galvanomètre à corde d'Einthoven. Pendant plus de vingt-cinq ans, il fut le seul appareil utilisé, il l'est encore de nos jours.

L'oscillographe à corde d'Einthoven. — La corde

est constituée par un fil de quartz argenté de 2 à 3 μ de diamètre qui traverse perpendiculairement un champ magnétique constant engendré par un puissant électro-aimant. Le passage du courant dans la corde entraîne l'apparition d'un champ électrique perpendiculaire à celui de l'électro-aimant. La corde soumise à ces deux forces se déplace suivant leur résultante et le sens de son déplacement est déterminé conformément à la règle classique d'Ampère. Par un système optique approprié, l'ombre de la corde est projetée sur un écran percé d'une fente linéaire, l'image ponctiforme ainsi réalisée est photographiée sur un film sensible qui se déroule à une vitesse déterminée.

Les oscillographes à lampes. — En raison de sa ténuité, la corde de l'appareil précédent est d'une grande fragilité et on doit fréquemment procéder à son remplacement. L'appareil que nous avons utilisé est un Minot portatif type S. 25 A : L'amplification des courants d'action est assurée par des lampes triodes du genre T.S.F. Ces courants peuvent, de la sorte, être recueillis par un galvanomètre. L'oscillographe électromagnétique très sensible projette une ligne lumineuse, fine et brillante, sur la génératrice d'un électrofluoroscope constitué par un cylindre de 25 cm. de diamètre et de 4,5 cm. de hauteur dont la paroi latérale est recouverte d'une substance phosphorescente à rémanence jaune : la rotation du cylindre est réglée par un moteur électrique de façon que la vitesse soit de 3,5 cm.-seconde. Cet électro-fluoroscope permet la visibilité permanente et continue du tracé. L'amplitude des variations du tracé étant fonction de l'intensité du courant considéré, il faut, pour mesurer cette dernière, étalonner l'appareil avant de

procéder à l'enregistrement. Dans ce but, on introduit dans le circuit une force électromotrice de 1 millivolt et on règle l'oscillographe pour que cette différence de potentiel connue corresponde sur le tracé à une déviation de 1 cm. Les résistances du circuit demeurant pratiquement invariables, l'intensité du courant est directement proportionnelle à sa force électromotrice : si bien qu'en définitive, l'appareil mesure les différences de potentiel entre les électrodes et que les déflexions relevées sur le tracé sont exprimées en millivolts. L'électrocardiographe Minot comporte, en outre, une caméra destinée à faire défiler à la vitesse de 3,5 cm.-seconde une bande de papier photographique « millimétré » au 1/50e de seconde devant un réflecteur, lequel projette une image du spot de l'électrofluoroscope. Cette caméra fonctionne sans interruption de la scopie, dans ces conditions, on est certain de l'identité du tracé vu sur l'écran phosphorescent et du tracé enregistré par la caméra. L'image impressionnée en positif, est une courbe noire sur fond blanc.

L'oscillographe cathodique : Ce type plus récent est conçu sur un principe entièrement différent : le courant d'action cardiaque, préalablement amplifié, est mesuré par la déviation qu'il imprime à un faisceau de rayons cathodiques. Les déplacements du spot électronique s'inscrivent sur un écran phosphorescent.

Le cardiographe à inscription directe. — Enfin le dernier né des électrocardiographes répondant à un désir de simplification dans son utilisation a été conçu dans le sens de la robustesse. L'amplification électronique permet une puissance de frottement de l'aiguille telle qu'une inscription par plume sur papier devient possible.

HISTORIQUE DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LE CHIEN

La littérature concernant l'électrocardiogramme normal du chien comprend quelques travaux, tous faits à l'étranger. Tout d'abord, nous relevons quelques essais de Lewis (1914-1915). En 1922, Nörr fut le premier à approcher le problème du point de vue clinique, après avoir utilisé les narcotiques, il expérimenta, l'animal étant étendu sur le côté, par la suite, il trouva que cette position ne convenait pas car le cœur était placé dans une position anormale. En 1929, Haupt se servit d'aiguilles en guise d'électrodes. En 1934, d'après les études de Wilson-Hill et Johnston, P est presque toujours positif quelle que soit la dérivation employée; en D_I, Q a une amplitude moyenne de 0,1 m V, R de 0,4 m V, S de 0,8 m V; en D_{II}, Q est très rarement observé ou peu marqué, R est beaucoup plus accentué (1,3 m V en moyenne), S mesure 0,4 m V; dans cette même dérivation, Katz et Weinmann signalent que T peut être négatif.

En 1947, Nils-Lannek étudia les tracés électrocardiographiques d'une façon systématique; son expérimentation porta sur des animaux en bonne santé qu'il couchait du côté droit : P a une durée de 0″04, son amplitude positive est toujours peu marquée en D_I; l'intervalle PR s'étend sur 0″10, l'onde Q est très marquée, l'amplitude de l'onde R est plus importante en D_{II} et D_{III} qu'en D_I (2 ou

3 m V contre 1 m V), le complexe Q R S dure 0″04, l'intervalle Q T 0″20, l'onde T tantôt positive, tantôt négative, plus marquée en D_{II} et D_{III} qu'en D_I a une durée de 0″04 à 0″06. Nils-Lannek étudia aussi plusieurs dérivations précordiales, la plus importante résulte du montage suivant : la première électrode est placée au bas du cinquième espace intercostal gauche, la deuxième au point où le prolongement de l'épine scapulaire rencontre la ligne dorsale : l'onde P est positive, l'onde R très accentuée peut atteindre la valeur de 4 m V, alors que l'onde S dont l'amplitude est moins marquée mesure en général 1 m V, le segment S T oblique et ascendant se transforme insensiblement en l'onde T positive.

Quelques essais d'études chez des animaux cliniquement atteints d'affections cardiaques ont été faits par différents auteurs : Roos, en 1924, a rapporté trois cas de fibrillation auriculaire spontanée, Gyarmati, en 1939, a examiné quelques cœurs pathologiques, en 1942, Ennio-Seren fit la description clinique, radiologique, électrocardiographique et histologique de deux cas d'arythmie sinusale cyclique non respiratoire.

TECHNIQUE UTILISÉE

Quelle que soit la dérivation, avant tout enregistrement, une technique, comme un certain nombre de précautions sont à observer, en particulier pour diminuer la résistance cutanée au passage du courant et pour éliminer tout parasitage dû au sujet lui-même ou à des causes extérieures.

— Pour diminuer la résistance cutanée et surtout combattre le véritable isolement fourni par le feutrage des poils, nous tondons la face interne

des bras (au-dessus du coude), ainsi que la partie interne des cuisses; ensuite la région est frottée avec une pâte conductrice spéciale à base de soude, puis recouverte d'une électrode d'étain de 8 cm. de long sur 5 cm. de large, assez souple pour s'appliquer intimement sur la partie destinée à la recevoir. Sur ces plaques une tige d'étain reçoit le fil conducteur correspondant relié à l'un des pôles de l'électrocardiographe; ces plaques métalliques sont fixées sur les membres par des bandes de caoutchouc modérément serrées.

— La bonne conduction du tégument assurée, il convient de veiller à l'élimination de tout autre cause de parasitage :

1° D'origine externe : La plupart de nos observations ont été recueillies à l'extérieur de l'Ecole de Toulouse vu la difficulté d'obtenir un local suffisamment éloigné de toute cause perturbatrice; chaque fois, nous choisissions un local isolé, car l'installation d'une véritable cage de Faraday était impossible;

2° Due au sujet lui-même : Les mouvements volontaires du sujet provenant de la contraction de ses muscles squelettiques produisent des déflexions brusques dans le tracé. De mêmes leurs trémulations chez des sujets émotifs ou nerveux produisent des vibrations très irrégulières sur la ligne de base. Aussi, chaque fois qu'il nous l'était possible, l'animal était tenu debout par une personne de son entourage.

— Les électrodes étant ainsi appliquées sur le sujet et branchées à l'appareil, ce dernier est relié par l'intermédiaire d'une terre à une canalisation d'eau ou de chauffage, puis au secteur (un transformateur permet d'utiliser n'importe quel secteur

entre 90 et 220 volts). L'électrocardiographe est alors en fonctionnement, l'électrofluoroscope tourne, le spot envoyé par le miroir trace sur ce dernier une ligne d'abord courbe mais qui se stabilise en une droite au bout de quelques instants.

— L'appareil est étalonné de telle sorte qu'une déviation de la ligne lumineuse de 1 cm. corresponde au passage d'un courant d'une force électromotrice égale à 1 m V.

— La caméra est remontée à l'aide d'une manivelle.

— Le commutateur est placé successivement dans ses différentes positions pour obtenir les dérivations correspondantes.

1-2-3 : Pour les dérivations périphériques;

R-L-F : Pour les dérivations unipolaires des membres;

C F : Pour la dérivation précordiale.

Sur l'électrofluoroscope se dessine alors la courbe électrocardiographique, l'opérateur doit attendre quelques instants pour que le tracé se stabilise sur la ligne isoélectrique (s'il y a lieu son emplacement peut être corrigé par la manipulation d'un bouton).

— Un autre bouton permet d'embrayer la caméra et ainsi d'obtenir l'enregistrement sur film.

— Les enregistrements terminés, le commutateur est ramené à sa position de repos E, le sujet est débranché, le courant électrique interrompu laisse l'appareil prêt pour un autre examen.

DÉRIVATIONS PÉRIPHÉRIQUES

Nous enregistrons les tracés électrocardiographiques dans les trois dérivations classiques à l'aide de trois électrodes placées respectivement à la face

interne des bras droit et gauche et à la face interne de la cuisse gauche.

Dérivation I : En reliant le galvanomètre aux deux bras, la déflexion de potentiel enregistrée entre ces deux points constitue la dérivation I de l'électrocardiogramme. Les connexions sont faites de façon que la déflexion se fasse vers le haut quand le membre droit est relativement négatif par rapport au membre gauche.

Dérivation II : Elle s'obtient en reliant le bras droit à la cuisse gauche. La déflexion s'enregistre positivement quand le bras droit est négatif par rapport au postérieur gauche.

Dérivation III : Le bras et la cuisse gauches sont réunis, une déflexion positive s'inscrit lorsque le bras est négatif par rapport à la cuisse.

Ces dérivations explorent le cœur sous ses différentes faces permettant un examen plus poussé que celui fourni par une seule dérivation.

L'amplitude des déflexions positives se compte à partir du niveau supérieur de la ligne iso-électrique jusqu'au sommet de l'onde; la mesure des valeurs négatives se fait d'une manière identique, l'amplitude est mesurée en millimètres ou en millivolts (10 millimètres = 1 millivolt). Des divisions verticales marquent la durée de l'accident considéré, l'espace compris entre deux traits correspondant à 2/100e de seconde.

L'onde P est le premier accident rencontré de la révolution cardiaque, correspondant à la systole auriculaire, elle est due à l'envahissement des oreillettes par l'excitation née dans le nœud sinusal. Le début de P s'inscrit quand les fibres musculaires auriculaires sont excitées en assez grand nombre pour produire des courants d'action perceptibles.

Quand les oreillettes sont excitées complètement, c'est la fin de l'onde P, le retrait de l'excitation des oreillettes se traduit par une onde Ta (ainsi nommée par analogie à l'onde T dépendant du complexe ventriculaire), mais cette dernière est normalement cachée par le complexe Q.R.S. Généralement, cette onde a une durée de 0,04 seconde, son amplitude toujours positive varie suivant la dérivation entre 0,05 et 0,2 millivolt (habituellement sa plus grande valeur se rencontre en D_{II}).

L'intervalle PQ ou PR est la mesure du temps que met l'excitation pour aller du nœud sinusal au myocarde ventriculaire. Il caractérise aussi le temps écoulé entre le début de la systole auriculaire et le commencement de la systole ventriculaire. Le parcours de l'excitation est le suivant : parois auriculaires, nœud atrio-ventriculaire, faisceau de His, d'abord le tronc commun puis les branches droites et gauches, enfin le réseau sous endocardique de Purkinje jusqu'au myocarde ventriculaire. Le tracé quitte la ligne isoélectrique au moment où la masse musculaire excitée est assez importante pour provoquer des courants d'action perceptibles à la périphérie (un ralentissement de la vitesse de conduction le long de ce parcours est accompagné d'un allongement de cet intervalle). Sa durée moyenne est comprise entre 0,08 et 0,12 seconde.

Le début du *complexe Q.R.S.* représente le commencement de la phase de dépolarisation, c'est-à-dire l'activation du septum interventriculaire et des muscles papillaires. La partie la plus importante du complexe traduit la progression de l'excitation dans les parois ventriculaires, la fin indique la terminaison de la phase de dépolarisation. Si,

pour une raison quelconque troublant l'intégrité du système de conduction ventriculaire, cette dépolarisation est allongée, la durée de Q.R.S. devient plus longue. La durée normale de cet intervalle varie entre 0.04 et 0,06 seconde.

L'onde Q, définie comme la déflexion initiale descendante du complexe précédent, ne dépasse pas 0,6 millivolt d'amplitude dans n'importe quelle dérivation. Normalement nous l'avons trouvée dans toutes; en D_I toutefois, elle est peu marquée, ne mesurant pas plus de 0,2 millivolt, elle est rarement absente dans cette même dérivation, sa durée est de 0,01 à 0,02 seconde.

L'onde R, ascendante, qui existe toujours dans les trois dérivations périphériques, varie normalement entre 0,2 et 2 millivolts. Sa valeur en D_I est plus faible puisque elle est comprise entre 0,2 et 0,9 millivolt. Sa durée est de l'ordre de 0,02 à 0,03 seconde.

L'onde S : On peut normalement trouver cette onde dans les trois dérivations, ou bien elle peut être absente dans toutes ou dans l'une des dérivations périphériques. Toutefois sa présence est rare: lors de notre expérimentation, elle a été trouvée seulement trois fois de façon accusée: 0,3 millivolt; sa présence se signale plus souvent par une légère encoche.

La *jonction ou J* est le point de réunion du complexe Q.R.S. avec le segment ST ou l'onde T. Chez un sujet normal, il n'est pas habituellement dévié de la ligne isoélectrique.

L'intervalle ST s'étend de la fin de Q.R.S. à la terminaison de l'onde T, il représente la durée de l'état de dépolarisation ajoutée à celle de la repolarisation du myocarde ventriculaire. La première

portion de cet intervalle qui constitue le segment ST se place au niveau de la ligne isoélectrique. Sa durée mesure de 0,12 à 0,16 seconde.

L'onde T. Alors que le complexe Q.R.S. est l'expression électrocardiographique de l'envahissement des ventricules par l'onde d'excitation, l'onde T traduit le retrait de l'excitation de ces mêmes ventricules. Généralement l'onde T, débutant sur la ligne isoélectrique, s'abaisse ou s'élève progressivement vers son sommet en un petit dôme arrondi ou pointu pour revenir plus rapidement à la ligne isoélectrique et constituer le début de la diastole qui se continue jusqu'à un nouvel accident P (onde signant une autre révolution cardiaque). La valeur de l'onde T ne présente pas chez le chien dans toutes les dérivations périphériques le même signe. Le résultat de toutes nos observations permet d'arriver à la conclusion suivante :

En D_I, sa valeur est positive ou négative suivant le signe de la déflexion par rapport à la ligne isoélectrique, son amplitude normale parfois peu marquée est de 0,1 millivolt.

En D_{II}, valeur négative; dans quelques cas, elle prend un aspect dédoublé ou diphasique (une partie étant au-dessous, l'autre au-dessus de la ligne isoélectrique), ce diphasisme a la même signification. Son amplitude est plus marquée que dans la dérivation précédente : de 0,2 à 0,5 millivolt.

En D_{III}, l'allure est identique à celle obtenue dans la dérivation D_{II}.

La durée de l'onde T est difficile à apprécier car on passe insensiblement du segment ST à l'onde T; toutefois d'après le résultat de nos observations, il semble qu'elle puisse être chiffrée de 0,04 à 0,06 seconde.

L'intervalle QT représente le temps requis pour la dépolarisation et la repolarisation de la musculature ventriculaire. La durée de cet intervalle correspond à peu près à la durée de la systole ventriculaire. Cette systole commence essentiellement avec le sommet de l'onde R et se termine avec la fin de l'onde T. Mais cette dernière dépend de la fréquence du rythme cardiaque, aussi chez un animal dont le nombre de révolutions cardiaques est de 90, sa durée est de 0,16 à 0.20 seconde, sa longueur diminue pour un rythme plus rapide (0,15 seconde chez un chien dont le cœur battait à 117).

Puis le cœur revient au repos; à la période diastolique, le tracé se traduit par une droite isoélectrique, sa durée est variable, fonction du nombre de battements cardiaques mais aussi fonction de l'arythmie, phénomène physiologique chez le chien.

Ce qui précède est le résultat, la synthèse de l'analyse de nos expériences. Quelques observations vont montrer que tout en restant dans les normes que nous venons de donner, chaque individu a une courbe caractéristique, telle qu'elle pourrait servir à son identification. (Figures 2, 3, 4, les clichés sont agrandis par rapport aux originaux.)

Observation n. I.

« Rex », berger allemand, origine allemande, 2 ans. L'animal est dans un parfait état de santé, donnant toute satisfaction dans l'entraînement qu'il commence à subir en vue de sa destination comme chien de patrouille. L'auscultation décèle un cœur normal, des bruits caractéristiques et bien frappés. Le rythme est de 87 à la minute, il est

de 84 lors du réflexe oculo-cardiaque. L'arythmie respiratoire physiologique est perçue d'une façon normale.

	D_I		D_{II}		D_{III}	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	0,05	0,"04	0,1	0,"04	Peu marquée.	
Intervalle PR. . . .		0,"10		0,"10		
Complexe QRS. . .		0,"04		0,"04		0,"04
Onde Q.	0,05	0,"01	0,2	0,"01	0,2	0,"01
Onde R.	0,9	0,"03	1,2	0,"03	1	0,"03
Onde S.						
Intervalle ST.		0,"16		0,"16		0,"16
Cnde T.	+ 0,05		— 0,5	— 0,"05	— 0,6	0,"05
Intervalle QT. . . .		0,"20		0,"20		0,"20

Observation n. 2.

« Clauss », berger allemand, 2 ans. Ce chien présente à l'auscultation un cœur normal; le pouls décèle un rythme cardiaque de 87 à l'état normal et de 89 après le réflexe oculo-cardiaque, donc le sujet est amphotonique.

	D_I		D_{II}		D_{III}	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	0,05	0,"04	0,1	0,"04	0,05	0,"04
Intervalle PR.		0,"12		0,"12		0,"12
Complexe QRS. . . .		0,"05		0,"05		0,"05
Onde Q.	0,4	0,"02	0,6	0,"02	0,2	0,"02
Onde R.	0,2	0,"03	1,8	0,"03	1,8	0,"03
Onde S.						
Intervalle ST.		0,"15		0,"15		0,"15
Onde T.	— 0,15	0,"04	— 0,5	0,"04	— 0,3	0,"04
Intervalle QT.		0,"20		0,"20		0,"20

Observation n. 3.

« Bella », berger allemand, née en Allemagne, 2 ans. L'auscultation cardiaque décèle un cœur normal chez cette chienne. Le réflexe oculo-cardiaque n'amène pas de changement dans le rythme qui est de 60; cette bradycardie semble physiologique, car son entraînement ne subit aucun trouble ni aucun retard.

	D_I		D_{II}		D_{III}	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	Peu marquée.		0,05	0,"03	0,05	0,"03
Intervalle PR. . . .				0,"10		0,"10
Complexe QRS. . . .				0,"04		0,"04
Onde Q.			0,1	0,"01	0,3	0,"01
Onde R.	0,3	0,"03	0,65	0,"03	1,2	0,"03
Onde S.			Peu marquée.			
Intervalle ST.				0,"16		0,"16
Onde T.	+ Peu marq.		— 0,2	0,"04	— 0,5	0,"04
Intervalle QT. . . .				0,"20		0,"20

Observation n. 4.

« Harro », berger allemand, 4 ans. L'auscultation dévoile un cœur normal, peut-être un peu hypertrophié. Le rythme est de 64. Le réflexe oculo-cardiaque indique un sujet amphotonique. Ce chien est normal dans ses exercices d'entraînement.

	D_I		D_{II}		D_{III}	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	0,1	0,"04	0,2	0,"04	Peu marquée.	
Intervalle PR.		0,"12		0,"12		0,"12
Complexe QRS. . . .		0,"04		0,"06		0,"06
Onde Q.	0,1	0,"02	0,5	0,"02	0,4	0,"02
Onde R.	1	0,"02	1,9	0,"02	0,4	0,"02
Onde S.			0,3	0,"03	0,3	0,"02
Intervalle ST.		0,"16		0,"14		0,"14
Onde T.	∓ (1) 0,1	0,"04	∓ 0,45	0,"04	∓ 0,25	0,"04
Intervalle QT.		0,"20		0,"20		0,"20

(1) ± = diphasique. La valeur indiquée est la somme de l'amplitude positive et de l'amplitude négative. Dans cette observation, il faut remarquer la présence de l'onde S, onde que nous avons rarement observée lors de notre expérimentation. De même, cette analyse est intéressante par le diphasisme de l'onde T.

DÉRIVATION PRÉCORDIALE

Les tracés obtenus par les dérivations périphériques analysent l'activité électrique cardiaque cheminant dans le plan frontal de l'animal, des membres antérieurs vers le pubis, de droite à gauche. Les autres forces électriques orientées dans une autre direction restent sans traduction électrocardiographique dans ces dérivations. Les dérivations précordiales permettent précisément de combler certaines de ces lacunes tout en augmentant les possibilités de diagnostic de l'électrocardiographie. (L'étude des troubles du rythme n'a que peu bénéficié de ces progrès, par contre, elles sont très utiles lors d'atteinte du myocarde.) Ces dérivations sont appelées « semi-directes » par opposition aux directes qui sont obtenues à la surface du cœur, mis à nu au cours d'une opération chirurgicale par exemple.

Le principe des connexions dans les dérivations thoraciques est le suivant : une des électrodes est placée sur un point de la région précordiale, alors que la seconde est placée loin du cœur; la première est qualifiée d'exploratrice, car il est facile avec elle d'explorer électriquement les différentes parties du cœur, l'autre est appelée indifférente parce que par suite de sa position excentrique ses variations de potentiel sont faibles. (Cette électrode doit être aussi indifférente que possible afin que la courbe enregistrée soit l'expression des variations de potentiel de l'électrode exploratrice.) Il existe

plusieurs électrodes indifférentes, nous avons utilisé celle placée au membre postérieur gauche, mettant ainsi le commutateur de l'appareil au niveau de l'indication CF. La connexion est comprise de telle sorte qu'une déflexion positive se fasse lorsque l'électrode exploratrice est positive par rapport à l'électrode indifférente.

Reprenons le principe de l'électrocardiographie au moment de la propagation de l'excitation de proche en proche, des parties de plus en plus étendues sont activées, l'électropositivité de l'électrode exploratrice augmente, son potentiel et par conséquent la hauteur du tracé enregistré dépend à chaque instant de l'angle sous lequel l'électrode voit la zone activée. Cet angle augmente jusqu'à ce que la moitié de la cellule soit activée, puis il diminue et ainsi le tracé redescend vers la ligne isoélectrique qui est atteinte lorsque la cellule est totalement activée. La répartition des charges pendant le retrait de l'excitation (repolarisation) est inverse de la précédente, ainsi l'électrode exploratrice devient électronégative et le tracé descend au-dessous de la ligne isoélectrique; l'électronégativité de cette électrode atteint son maximum lorsque la moitié de la cellule est repolarisée, puis elle diminue et le tracé revient une seconde fois sur la ligne isoélectrique.

L'exploration du myocarde point par point serait possible si on pouvait placer l'électrode exploratrice directement sur la surface du cœur, les courants ainsi recueillis proviendraient de la région musculaire sous-jacente; mais à mesure que l'on éloigne l'électrode du cœur, celle-ci est influencée par des régions musculaires de plus en plus vastes. Toutefois, l'électrode exploratrice se trouve assez

près du cœur pour explorer suivant sa position des régions musculaires définies : du côté gauche, placée en avant de la cinquième côte, elle est avant tout influencée par les phénomènes électriques siégeant dans le ventricule droit, il en est de même à droite en avant de la sixième côte; placée en arrière, ce sont les courants d'actions du ventricule gauche qui sont recueillis; dans tous les cas, la paroi proche de l'électrode a une influence prépondérante par rapport à la paroi postérieure, son activation se traduit sur le tracé par l'onde R qui indique que dans la région sous-jacente à l'électrode exploratrice l'onde d'excitation est partie du réseau de Purkinje et se rapproche de la surface du cœur. On peut se représenter alors l'onde d'excitation comme un train de charges négatives poussant devant lui des charges positives; à mesure que l'onde d'excitation s'approche de la surface, l'électrode précordiale sera plus positive que l'électrode indifférente qui se trouve éloignée, mais au moment où la surface est atteinte, elle est électronégative, la branche ascendante du complexe Q.R.S. est brusquement interrompue (sommet de l'onde R) et le tracé descend. L'onde S (onde négative du complexe Q.R.S.) a une genèse identique à la précédente, sauf qu'elle traduit l'éloignement de l'onde d'excitation vers d'autres parties du cœur, le train de charges dont on vient de parler s'éloigne et c'est la partie postérieure (charges négatives) qui est perçue.

Comme nous venons de le voir, il serait nécessaire de déterminer des points de repère sur la paroi thoracique du chien comme il est fait en médecine humaine et de faire correspondre à chacun un tracé type; mais à cause des petites dimensions du

cœur, de ses fréquentes variations de position, fonction de l'individu et de la respiration, nous avons jugé préférable de n'étudier qu'une seule dérivation, correspondant d'ailleurs à celle que les médecins de l'homme utilisent le plus souvent. Nous avons placé l'électrode exploratrice (sa forme ronde a un diamètre de 2,5 cm.) au niveau du point où l'on perçoit le choc apexien (dans l'ensemble au niveau du cinquième espace intercostal, en région basse). Nous avons de même dans quelques-unes de nos observations, placé l'électrode exploratrice du côté droit, mais nous n'avons pas poussé l'étude d'une façon systématique, aussi limiterons-nous nos données aux résultats de la précordiale gauche.

Onde P : Elle est en général peu nette dans cette dérivation, pouvant même être diphasique ou négative tout en étant peu accusée, très souvent, il est impossible de la déterminer avec exactitude.

Intervalle PR : Il est très difficile à apprécier vu les difficultés qui caractérisent l'onde P. Il ne présente pas ici des caractères différents de ceux des dérivations périphériques.

Complexe Q.R.S. : Sa durée est égale à 0,04 seconde.

— *Onde Q :* Nous ne l'avons jamais rencontrée;

— *Onde R :* L'amplitude de l'onde R varie normalement d'après la synthèse de nos expériences de 0,4 à 2 millivolts (moyenne aux environs de 1 millivolt);

— *Onde S :* Variation de 0,3 à 1,4 millivolt (moyenne aux environs de 0,7 millivolt).

Segment ST : Dans les dérivations périphériques, nous n'avons fait intervenir que l'intervalle ST, ici pour la commodité de l'analyse du tracé, nous parlerons du segment ST (ce segment est une portion

de l'intervalle puisque ce dernier est formé du segment ST et de l'onde T). La configuration obtenue dans les dérivations précédentes ne se retrouve plus ici. Ce segment placé sur la ligne isoélectrique est court ou absent, car la repolarisation commence avant que la dépolarisation ne soit complète. L'électrode exploratrice est contre le cœur, elle enregistre les faibles différences de potentiel du début de la repolarisation alors qu'elles n'apparaissent pas encore dans les dérivations périphériques. C'est pourquoi, généralement, immédiatement après le point de jonction J, le segment ST est oblique, ascendant, se transformant insensiblement en onde T.

Onde T : Toujours ample et positive, sa hauteur mesure de 0,2 à 0,6 millivolt avec une moyenne de 0,4. La partie descendante est plus rapide.

Intervalle ST : Il mesure de 0,12 à 0,16 seconde, sa moyenne étant de 0,14.

Intervalle QT : Durée de 0,16 à 0,20 seconde.

Observation n. 5. Fig. 5.

Il s'agit d'un chien de 1 an, braque d'Auvergne, hospitalisé au service de chirurgie pour « Sarcome de Sticker ». L'état physique de l'animal est excellent, pas de troubles respiratoire, circulatoire et cardiaque.

	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.		
Intervalle PR.		
Complexe QRS.		0,"04
Onde Q.		
Onde R.	1,4	0,"02
Onde S.	1	0,"02
Intervalle ST.		0,"14
Onde T.	0,5	
Intervalle QT.		0,"18

Observation n. 6.

Il s'agit d'une chienne de 5 ans, braque d'Auvergne, hospitalisée au service de parasitologie pour « gale sarcoptique ». Cet animal présente à l'auscultation un cœur normal, le pouls décèle un rythme cardiaque de 105.

	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.		
Intervalle PR.		
Complexe QRS.		0,"04
Onde Q.		
Onde R.	1	0,"02
Onde S.	0,5	0,"02
Intervalle ST.		0,"14
Onde T.	0,3	
Intervalle QT.		0,"18

Observation n. 7.

« Ubby », berger allemand, 4 ans, originaire d'Allemagne. L'état général de l'animal est excellent, il satisfait de façon régulière aux exercices d'entraînement auxquels il est soumis. L'auscultation révèle un cœur normal au point de vue rythme et bruits.

	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.		
Intervalle PR.		
Complexe QRS.		0,"04
Onde Q.		
Onde R.	1,3	0,"02
Onde S.	0,6	0,"02
Intervalle ST.		0,"16
Onde T.	0,3	
Intervalle QT.		0,"20

Observation n. 8.

« Max », berger allemand, 2 ans, faisant partie de l'effectif auquel appartiennent les animaux précédents. L'auscultation indique un léger assourdissement des bruits cardiaques, il est vrai que l'animal vient de faire une forme pulmonaire de la maladie de Carré.

	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.		
Intervalle PR.		
Complexe QRS.		0,"04
Onde Q.		
Onde R.	1,1	0,"02
Onde S.	0,5	0,"02
Intervalle ST.		0,"14
Onde T.	0,4	
Intervalle QT.		0,"18

En comparant les résultats que nous avons obtenus dans ces deux derniers chapitres avec ceux de Nils-Lannek, nous voyons que les courbes présentent une grande analogie: les durées des différentes ondes et intervalles sont comparables, mais cet auteur n'obtient pas la même rigidité que nous dans le signe de l'onde T. Ceci doit tenir au fait que dans son expérimentation l'animal est couché du côté droit. Les valeurs de l'onde R pour les dérivations précordiales sont plus importantes que dans nos tracés, mais le montage de la dérivation n'est pas tout à fait identique au nôtre.

DÉRIVATION UNIPOLAIRE DES MEMBRES

D'autres auteurs ont plus récemment, comme Wilson, utilisé des dérivations permettant de déterminer le potentiel électrique au niveau des trois membres : antérieur droit, antérieur gauche, postérieur gauche.

Dérivation unipolaire de l'antérieur droit : (V. R. puisque Right signifie droit.) L'électrode exploratrice est fixée à l'antérieur droit, l'électrode indifférente est formée par la réunion des fils de l'antérieur et du postérieur gauches.

Dérivation unipolaire de l'antérieur gauche : (V. L. puisque Left signifie gauche.) L'électrode exploratrice est placée à l'antérieur gauche, la seconde est la réunion des fils du bras droit et de la cuisse gauche.

Dérivation unipolaire du postérieur gauche : (V. F. puisque Foot signifie jambe.) L'électrode exploratrice est placée au postérieur gauche, tandis que l'indifférente groupe les fils des bras.

L'enregistrement obtenu indiquera les variations de potentiel électrique à chaque membre pendant chaque cycle cardiaque. Ayant de nombreuses applications chez les sujets sains et dans les états pathologiques, elles sont particulièrement nécessaires pour déceler la position électrocardiographique du cœur, car la morphologie des complexes sur le tracé est déterminée par la position anatomique du muscle cardiaque par rapport aux trois dérivations: l'épaule droite, par conséquent le bras droit, est dirigée en regard des orifices auriculo-

ventriculaires et des cavités ventriculaires, ainsi l'électrode perçoit l'électronégativité qui règne à l'intérieur des ventricules pendant leur activation (autrement dit, l'électrode ne perçoit qu'un train d'onde chargé négativement) et on enregistre en V. R. une déflexion négative. L'électrode du postérieur gauche reçoit un train d'onde chargé positivement; la courbe V. F. se caractérise par une déflexion positive, ainsi se transmettent par l'intermédiaire des viscères abdominaux les effets électriques du ventricule gauche qui est entièrement postérieur. La position spatiale du cœur varie très souvent avec les sujets, aussi la courbe de la dérivation V. L. ne présente pas la même rigidité dans ses résultats; nous aurons tous les intermédiaires entre la déflexion nettement négative et la déflexion purement positive, suivant que les effets électriques du ventricule droit sont seuls à se projeter dans le membre antérieur gauche ou que ceux du ventricule gauche se fassent aussi sentir.

Dérivation V. R. : *Onde P :* Elle est négative, son amplitude de 0,05 millivolt a une durée de 0,04 seconde.

Intervalle P R : Sur la ligne isoélectrique, il mesure en moyenne 0,10 seconde.

Complexe Q.R.S. : 0,04 seconde de durée.

— *Onde Q :* Inexistante.

— *Onde R :* Son amplitude atteint au maximum 0,3 millivolt. Sa valeur est comprise entre zéro et cette dernière.

— *Onde S :* C'est l'onde la plus importante de la dérivation. Son potentiel électrique varie de 0,6 à 2 millivolts.

Intervalle S T : Sa durée varie de 0,12 à 0,16 seconde.

Onde T : Positive, ou diphasique, mais à prédominance positive, son amplitude ne dépasse jamais plus de 0,4 millivolt.

Intervalle Q T : Durée de 0,16 à 0,20 seconde.

Dérivation V. L. : *Onde P :* Elle est peu visible, ou négative ou positive suivant la prédominance de l'onde S ou de l'onde R, donc suivant la position spatiale du cœur.

Onde Q : Absente.

Onde R, Onde S : La position anatomique cardiaque fait prédominer suivant le cas l'une ou l'autre de ces déflexions.

Onde T : Toujours positive, elle atteint parfois 0,4 millivolt.

Dérivation V. F. : Dans cette dérivation, l'allure générale du tracé va être modifiée, les valeurs positives du complexe du ventriculogramme vont surtout dominer.

Onde P : Elle est toujours visible et positive.

Onde Q : Cette onde toujours présente mesure de 0,1 à 0,5 millivolt; en moyenne sa valeur est de 0,3 millivolt.

Onde R : C'est la mieux marquée du tracé, son amplitude le prouve puisqu'elle varie de 1 à 2,2 millivolts avec une moyenne de 0,3.

Onde T : Elle est négative ou, moins souvent, diphasique, de 0,2 à 0,5 millivolt.

Ainsi en comparant les résultats électrocardiographiques expliqués à la lumière du principe de l'électrocardiographie avec les données anatomiques, nous trouvons des résultats parfaitement concordants.

Fig. 6, 7 et 8.

Observation n. 9.

« Arno III », berger allemand; à l'auscultation une légère tachycardie est remarquée; elle est confirmée par la prise du pouls.

	V_R		V_L		V_F	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	— 0,05		Peu marquée.		+ 0,1	0,"04
Intervalle PR.		0,"10				0,"10
Complexe QRS. . . .		0,"04		0,"04		0,"04
Onde Q.					0,5	
Onde R.	0,1		0,1		2	
Onde S.	1,6		1			
Intervalle ST.		0,"16		0,"16		0,"16
Onde T.	∓ 0,1		+ 0,1		∓ 0,2	
Intervalle QT.		0,"20		0,"20		0,"20

Observation n. 10. « Max ». (Observation n. 8.)

	V_R		V_L		V_F	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	— 0,05	0,"04			+ Peu marq.	
Intervalle PR.		0,"10				
Complexe QRS. . . .		0,"04		0,"04		0,"04
Onde Q.					0,2	
Onde R.	0,05		0,2		2,1	
Onde S.	2		0,5			
Intervalle ST.		0,"14		0,"14		0,"14
Onde T.	+ 0,3		+ 0,2		— 0,5	
Intervalle QT.		0,"18		0,"18		0,"18

Observation n. 11.

« Cato », berger allemand, 3 ans; l'animal est en parfaite santé, à l'auscultation, nous décelons une arythmie respiratoire marquée, les bruits cardiaques restent normaux, forts et réguliers.

	V_R		V_L		V_F	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	— 0,05	0,"04	— Peu marq.		+ 0,05	0,"04
Intervalle PR. . . .		0,"10				0,"10
Complexe QRS. . .		0,"04		0,"04		0,"04
Onde Q.					0,5	
Onde R.	0,3		0,3		1,3	—
Onde S.	1,4		0,45			
Intervalle ST.		0,"13		0,"13		0,"13
Onde T.	∓ 0,4 (1)		+ 0,15		— 0,25	
Intervalle QT. . . .		0,"17		0,"17		0,"17

(1) Onde diphasique à prédominance positive.

Les observations qui suivent sont intéressantes du fait de la dérivation V. L., nous allons voir l'évolution que suit cette dérivation lorsque l'électrode exploratrice du bras gauche subit dans une certaine mesure l'influence du ventricule gauche par suite des modifications anatomiques.

Observation n. 12. « Rex ». (Observation n. 1.)

	V_R		V_L		V_F	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	— 0,05	0,"04	+ Peu marq.		+ 0,05	0,"04
Intervalle PR.		0,"09				0,"09
Complexe QRS. . . .		0,"04		0,"04		0,"04
Onde Q.					0,15	
Onde R.	0,15		0,1		1,1	
Onde S.	1,6		0,1			
Intervalle ST.		0,"16		0,"16		0,"16
Onde T.	+ 0,4		+ 0,2		— 0,4	
Intervalle QT.		0,"20		0,"20		0,"20

Observation n. 13. « Harro ». (Observation n. 4.)

	V_R		V_L		V_F	
	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE	AMPLITUDE	DURÉE
Onde P.	— 0,05	0,″04	+ 0,05	0,″04	+ 0,05	0,″04
Intervalle PR. . . .		0,″10		0,″10		0,″10
Complexe QRS. . .		0,″04		0,″04		0,″04
Onde Q.			Peu marquée.		0,5	
Onde R.	0,3		0,6		1,2	
Onde S.	1,3				0,2	
Intervalle ST.		0,″16		0,″16		0,″16
Onde T.	± 0,2		+ 0,05		± 0,2	
Intervalle QT. . .		0,″20		0,″20		0,″20

ÉLECTROCARDIOGRAMME ET RESPIRATION

Lorsque l'on voit se dérouler sur la bande de l'électrofluoroscope l'électrocardiogramme, produit de n'importe quelle dérivation, il est facile de constater que la respiration cause des modifications au tracé. Les mouvements de va-et-vient du diaphragme déplacent le cœur (donc son axe électrique).

D'autre part, les variations du tonus vagal qui accompagnent la respiration influencent le rythme sinusal (pour provoquer l'arythmie respiratoire).

Modifications dues à la position du diaphragme. — Quand le sujet respire normalement (c'est dans ces conditions que toutes nos observations ont été faites) les modifications du tracé sont en général peu importantes. Par contre, après un effort, une course ou un travail, l'inspiration et l'expiration forcées sont capables de déterminer des changements appréciables. Il nous est impossible de pousser plus avant une étude axée sur cette question car au courant électrique émis par le cœur vient s'ajouter celui bien plus important lancé par la contraction des muscles inspiratoires et expiratoires que l'animal fait marcher totalement dans ces circonstances.

Arythmie respiratoire. — Ce phénomène que l'on décèle très bien à l'auscultation est normal et physiologique chez le chien. Pendant l'inspiration, on note une accélération des battements cardiaques alors que l'expiration se caractérise par un ralen-

tissement. D'après Bru, la distension des alvéoles à la fin de l'inspiration excite les terminaisons du pneumogastrique, le bulbe réagit en transmettant au cœur une incitation modératrice par les fibres centrifuges de ce même nerf; ainsi le cœur peut s'adapter à une circulation pulmonaire plus active; lors de paralysie de ce nerf par l'atropine ou par la section, l'arythmie disparaît. Ce mécanisme réflexe agit sur l'activité du rythme sinusal, par là sur le rythme cardiaque en provoquant une variété d'arythmie sinusale. Cette arythmie respiratoire se traduit sur le tracé par une suite de révolutions cardiaques normales qui se succèdent à des intervalles augmentant ou diminuant périodiquement.

Observation n. 14.

« Ubby » (observation n. 7).

Le pouls pris à la fémorale indique un rythme de 80.

A l'inspiration, l'intervalle qui sépare deux systoles auriculaires a une durée de 0,56 seconde.

A l'expiration, le rythme se ralentit, la durée de ce même intervalle augmente et passe à 1 seconde.

Observation n. 15.

« Sirko », berger allemand, 3 ans.

Cet animal présente un cœur normal; à l'auscultation, nous trouvons une arythmie respiratoire marquée : 72 pulsations.

A l'inspiration, la durée de l'intervalle PP mesure 0,38 seconde.

A l'expiration, la durée de ce même intervalle passe à 1,28 seconde.

Observation n. 16.

« Rex » (observation n. 1).

Les pulsations cardiaques atteignent le nombre de 87, le réflexe oculo-cardiaque ne modifie pas son rythme puisqu'il ne passe qu'à 84.

A l'inspiration, une révolution cardiaque dure 0,50 seconde.

A l'expiration, cette même révolution met 0,88 seconde pour avoir lieu.

A titre de comparaison, nous donnons une observation prise sur un chien atteint de tachycardie pour noter la disparition de cette arythmie.

Observation n. 17.

« Rolf », berger allemand.

Le pouls indique une tachycardie très nette puisqu'il décèle un cœur battant à 122, le réflexe oculo-cardiaque fait monter ses battements à 144 dévoilant ainsi un sujet fortement sympathicotonique, l'animal est d'ailleurs signalé « très nerveux » par son entourage.

La durée de l'intervalle PP semble à première vue régulière sur toute la longueur du tracé; il atteint à l'inspiration la valeur de 0,42 seconde, n'augmentant à l'expiration que de quelques centièmes de seconde.

CONCLUSION

1° Les perfectionnements que les nouveaux appareils d'électrocardiographie apportent à la détection des courants d'action émis par le cœur pourraient permettre une large utilisation de cette technique en médecine vétérinaire; l'opération est devenue relativement facile.

2° Autrefois, il était nécessaire de rechercher de préférence certaines dérivations, car le montage de l'installation était long et compliqué. De nos jours, les dérivations que nous avons indiquées peuvent être prises en un temps relativement court (temps qui est surtout fonction de la docilité du sujet). Nous considérons que ces dérivations sont suffisantes pour l'examen complet d'un malade; l'examen des précordiales dans l'espèce canine ne peut être aussi poussé qu'il l'est en médecine humaine du fait de considérations anatomiques.

3° La courbe obtenue chez un individu est tellement caractéristique qu'elle pourrait servir à son identification. La même constatation a amené Nörr à faire cette réflexion au sujet de l'électrocardiogramme du cheval : « Sur le grand nombre de courbes que j'ai obtenues, il n'y en a pas deux qui pourraient se superposer exactement. » Nous l'avons vérifié chaque fois, les courbes sont toujours différentes par l'importance de l'amplitude des accidents.

4° La particularité qui paraît devoir être retenue comme la plus importante et la plus caractéristique est la négativité ou le diphasisme de l'onde T dans les dérivations D_{II}, D_{III}, V.F. L'onde P, peu marquée dans la dérivation précordiale, est négative en V.R., positive dans toutes les autres.

5° L'utilisation de l'électrocardiographie dans notre médecine mériterait une importance de plus en plus large aussi bien chez le chien que chez le cheval; d'ailleurs, que pourrions-nous ajouter aux paroles que prononçait Curot en 1925, au sujet de la pathologie cardiaque du cheval de course : « Pratiquée d'une façon systématique avant et pendant les différentes périodes de l'entraînement, l'auscultation permettrait de contrôler l'intégrité cardiaque qui tient sous sa dépendance directe la carrière du sujet, réalisée à l'aide d'appareils spéciaux, elle révèlerait au début des lésions justiciables à cette période d'une thérapeutique efficace? » « No foot, no horse », disent les Anglais; « No heart, no horse » est aussi vrai.

Vu. le Professeur
de l'Ecole Vétérinaire,
rapporteur :
E. DARRASPEN.

Vu, le Directeur
de l'Ecole Vétérinaire :
P. PONS.

Vu, le Président de la thèse :
BRUSTIER.

Vu, le Doyen.
Pour le Doyen, l'Assesseur :
BRUSTIER.

Vu et permis d'imprimer.
Toulouse, le 25 octobre 1950.

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université :

DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

Ellemberger und Baum. — Handbuch der vergleichenden anatomie der Haustiere 1906 et 1920. Verglagsbuchhandlung, Paul Parey, Berlin.

Gstach (C.). — Les injections intracardiaques (*Thèse Doct. Vét.*, Toulouse 1945).

Moreau (J.). — Anatomie topographique du cœur chez le chien (*Thèse Doct. Vét.*, Toulouse 1933). (*Presses Universitaires*, 1927.)

Fredericq (H.). — Aspect actuel de la physiologie du myocarde.

Soula (L.). — Précis de physiologie (Masson, 1947).

Bardin (P.). et Mayonade (G.). — Notions pratiques d'électrocardiographie (Ed. l'*Expansion Scientifique Française*, 1949).

Bressou (M.). — L'électrocardiogramme et le phonocardiogramme du cheval normal (*Thèse Doct. Vét.*, Paris 1944).

Burch (G.), Winsor (T.). — Précis d'électrocardiographie (Ed. G. Doin et Cie, 1948).

Charton (A.) et Minot (G.). — *C. R. Soc. biol.*, 1943, CXXXVII, 150 et 152.

Charton (A.), Minot (G.) et Bressou (M.). — *Bull. Acad. Vét.*, 1943, XVI, 141.

Corticelli (B.). — *La Nuova Veterinaria*, 1949, n^{os} 11, 12 et 19.

Fabre, Rougier, Hibert. — *Journal de physiologie*, 1948, XL, n^{os} 1-2, 171-A

Fattorusso (V.) et Ritter (O.). — *Atlas d'électrocardiographie* (Masson, Paris 1950).

Gyarmati (E.). — Klinikai electrocardiografos virzsgelatok kutyakon (*Thèse Doct. Vét.*, Budapest 1939).

Yacoel (J.) et Spitz (G.). — *Recueil Méd. Vét.*, 1937, CXIII, 14.

Lannek (N.). — Meddelande från Kungl. Véter. i Stockholm 1948-1949, ärgäng 23, II, 1.

Lannek (N.). — Nordisk Veterinaermedecin, 1950, II. n° 5, 431.

Lewis (Th.). — Journal of physiol., 1914, XLIV, 20.

Mériel (P.). — Cardiologie du médecin praticien (Masson et Cie, Paris 1948).

Nörr (J.). — Archiv. f. wis. u. prakt. Tierh., 1922, XLVIII, 85.

Roos (J.). — Archiv. f. wis. u. prakt. Tierh., 1924, LI, 280.

Ross (J.). — Tiedj voor Dierg,, 1937, LXIV, 369.

Seren (E.). — *La Nuovo Veterinaria,* 1942, XX. 1.

Wilson (F.), Hill (I.) et Johnson (F.). — Americ. Heart, Journal, 1934, IX, 596.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 9

PREMIÈRE PARTIE

Anatomie descriptive et topographique cardiaque 11

Physiologie de la contraction cardiaque 16

DEUXIEME PARTIE

Introduction à l'électrocardiographie, Principes, Appareils 23

Historique de l'électrocardiographie chez le chien 29

Technique utilisée 30

Dérivations Périphériques 32

Dérivation précordiale 42

Dérivations unipolaires des membres 49

Electrocardiogramme et respiration 57

CONCLUSION 61

BIBLIOGRAPHIE 65

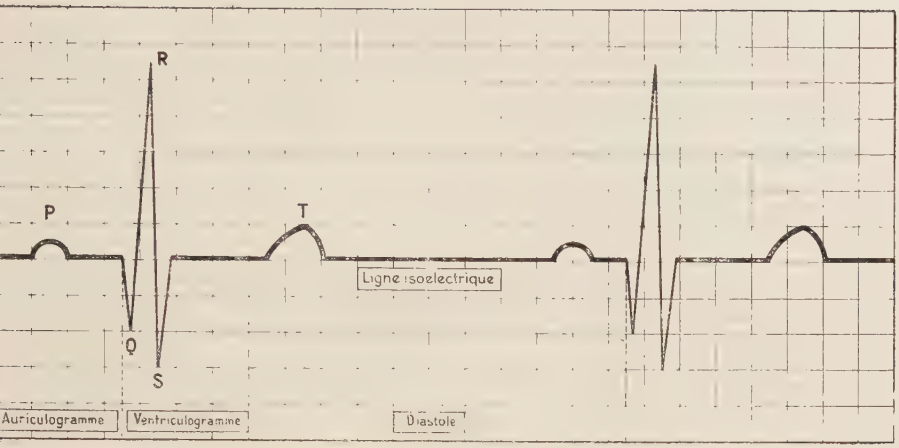

FIG. 1 — Electrocardiogramme Type

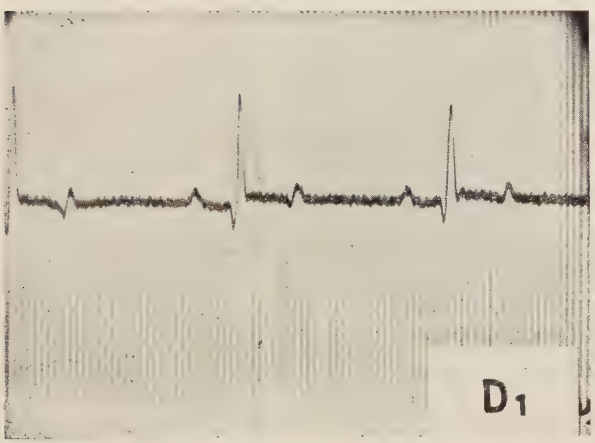

FIG. 2 — P positif, Q negatif, R positif et T diphasique

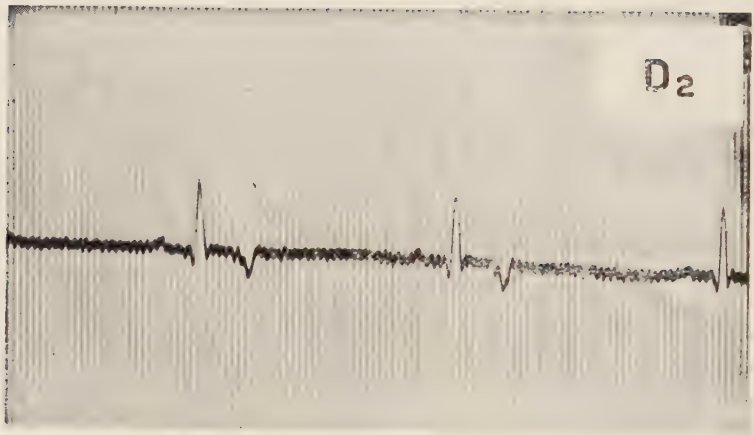

FIG. 3 — P positif; Q négatif; R positif
S négatif et T négatif

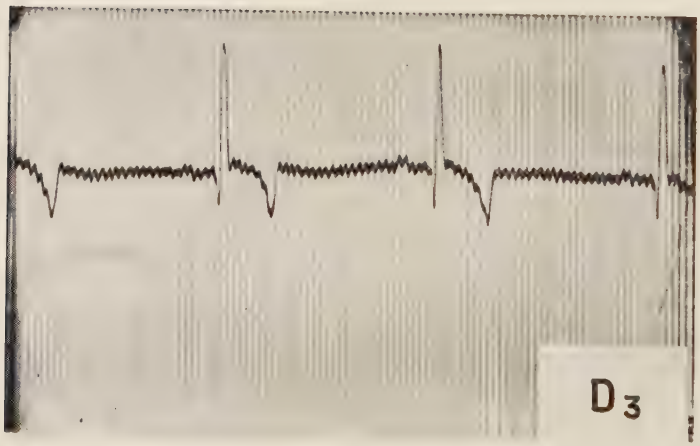

FIG. 4 P positif; Q négatif; R positif et T négatif

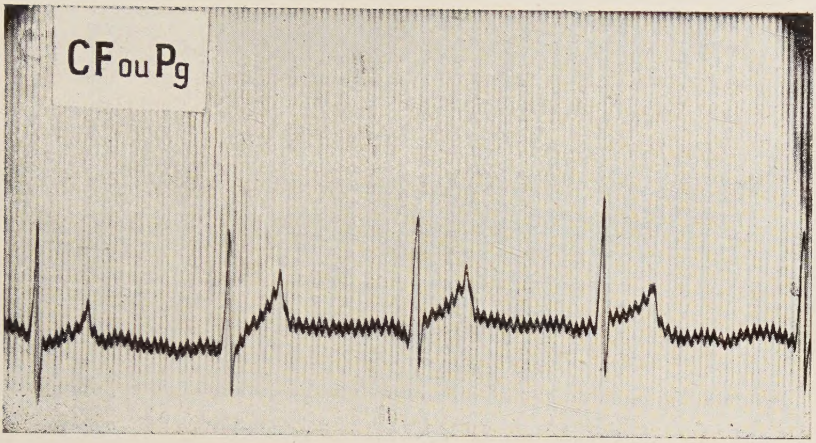

FIG. 5 — P presque inexistant; R positif; S négatif et T positif

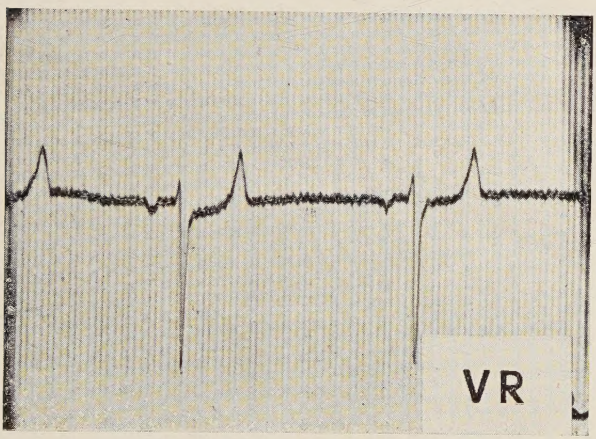

FIG. 6 — P négatif; R positif; S negatif et T positif

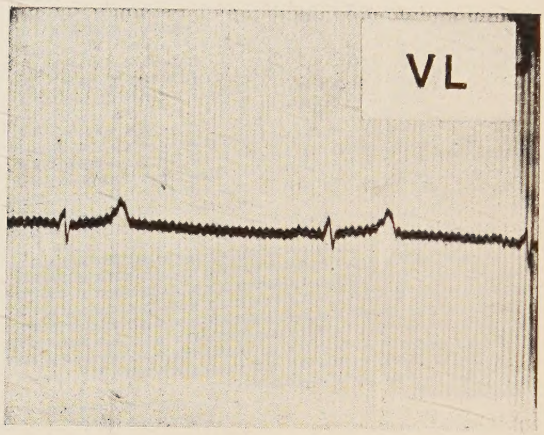

FIG. 7 — P peu visible; R positif; S négatif; et T positif

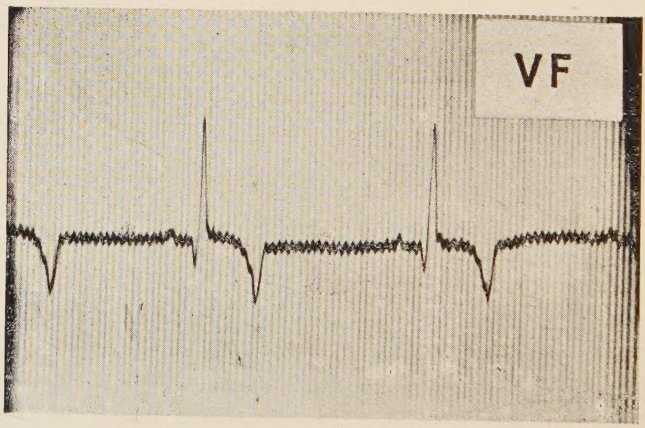

FIG. 8 — P positif; Q négatif; R positif et T négatif